



UDVIKLING AF HAVRESORTER MED RESISTENS MOD HAVRECYSTENEMATODER

IDA MARIE GARDER, CAND. AGRO.

PRODUKTUDVIKLER



HAVRECYSTENEMATODER

- Havreål / Cereal cyst nematodes / *Heterodera avenae*
- Opformerer i alle kornafgrøder
- Primært et problem i vårafgrøder, mest af alt i havre



Foto: Jihad Orabi, Nordic Seed



Foto: Bayer Crop Science



HAVRECYSTENEMATODER

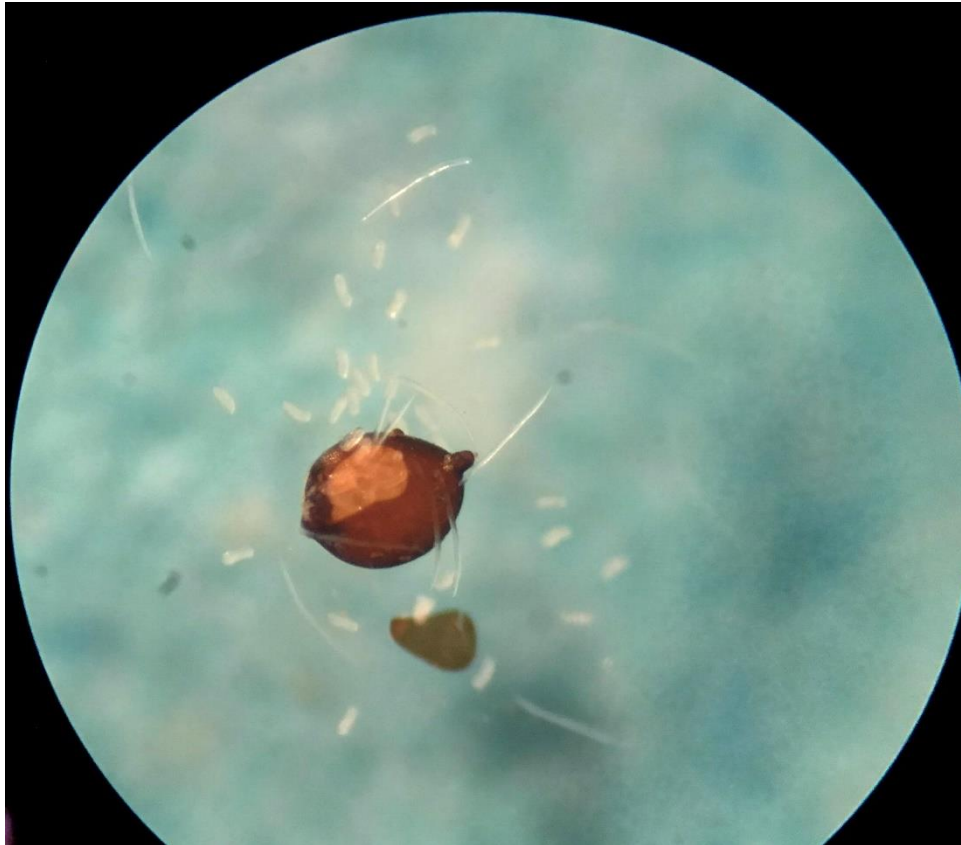


Foto: Jihad Orabi, Nordic Seed

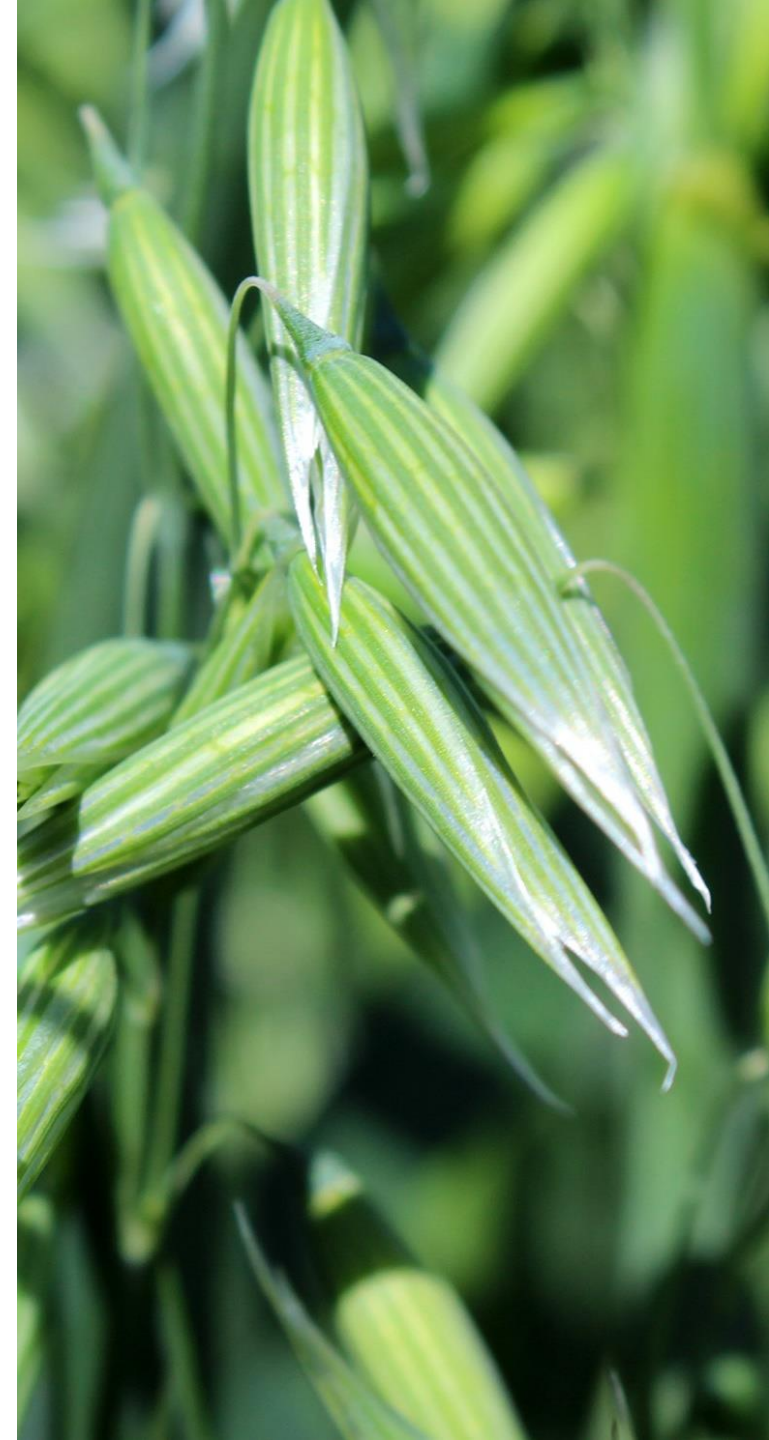


Foto: Jihad Orabi, Nordic Seed



-10% UDBYTTE I RESISTENTE SORTER

Havre	Landsforsøg	2021	Udbytteforsøg			Dyrkningssegenskaber (Beskrivende sortliste)	
	Kerneudb. (fnt)	Kerneudbytte (hkg/ha)	Merudb. for svampebek (hkg/ha)	Havre- nematoder (race I)	Havre- nematoder (race II)		
Viser 12 af 12 rækker	↓	↑	↑	↑	↑		
LSD	6,0	3,00	ns	-	-		
<input type="checkbox"/> Nord 18/114	104 (8)	72,2 (8)	1,4 (4)				
<input type="checkbox"/> WPB Oskar	103 (8)	71,3 (8)	2,8 (4)	Modtagelig	Modtagelig		
<input type="checkbox"/> Caddy	102 (8)	70,6 (8)	2,0 (4)				
<input type="checkbox"/> Scotty	101 (8)	70,3 (8)	0,6 (4)				
<input type="checkbox"/> WPB Mohair	101 (8)	70,3 (8)	-0,6 (4)	Modtagelig	Modtagelig		
<input type="checkbox"/> Symphony	100 (8)	69,8 (8)	2,6 (4)	Modtagelig	Modtagelig		
<input type="checkbox"/> Blanding	100 (8)	69,5 (8)	1,2 (4)				
<input type="checkbox"/> Delfin	100 (8)	69,5 (8)	0,0 (4)	Modtagelig	Modtagelig		
<input type="checkbox"/> RGT Motala	98 (8)	68,0 (8)	1,8 (4)	Modtagelig	Modtagelig		
<input type="checkbox"/> Nemesis	96 (8)	66,5 (8)	0,9 (4)	Resistent	Resistent		
<input type="checkbox"/> Lion	95 (8)	65,8 (8)	1,5 (4)	Modtagelig	Modtagelig		
<input type="checkbox"/> Dominik	90 (8)	62,9 (8)	0,4 (4)	Resistent	Resistent		



OATGANIC-PROJEKTET

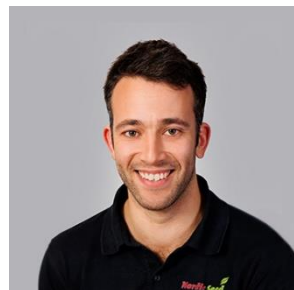
- Forædling af havresorter med nematoderesistens, højt udbytte og agronomiske træk velegnet til økologisk dyrkning
- Januar 2022 – Juni 2025



Hans Haldrup
Produktudvikler og
projektleder



Ahmed Jahoor
Leder af forædling
og udvikling



Lukas Oertelt
Havreforædler



Jihad Orabi
Leder af molekylær
forædling



Pernille Sarup
Genomisk forædler



Khalid Mahmood
Bioinformatiker og
genomanalytiker



Henrik Junker
Forædler- og
markassistent



FORÆDLINGSKEMA FOR HAVRE

- År 0: Krydsning
- År 1: Indavl og opformering i drivhus (SSD) fra F1 til F4, ca. 40 linjer per krydsning.
- År 2-4: Markforsøg fra F5 til F7
- År 5-6: Værdiafprøvning og opformering
- År 7: Lancering af ny sort

Year 0					Year 1					Year 2					Year 3				Year 4				Year 5		Year 6		Year 7								
Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Apr	Maj	Jun	Jul	Apr	Maj	Jun	Jul	Apr	Maj	Jun	Jul
Cross (GH)		F1 (GH)			F2 (GH)		F3 (GH)			F4 (GH)					F5 1 plot (Field)				F6 4 locs, 2 rep (Field)				F7 6 locs, 2-3 reps (Field)				Registration 1st year		Registration 2nd year		Variety release				
15-20 crosses										40 - 50 Lines per cross					12 Identical panicles cut before harvest				15 Single plants				15 Plots				64 Plots		Multiplication > 1 ha						
															600-800 lines Nienstädt				280 lines (DE, DK, FI)				45 lines (DE, DK, FI)				4 lines		1 line						

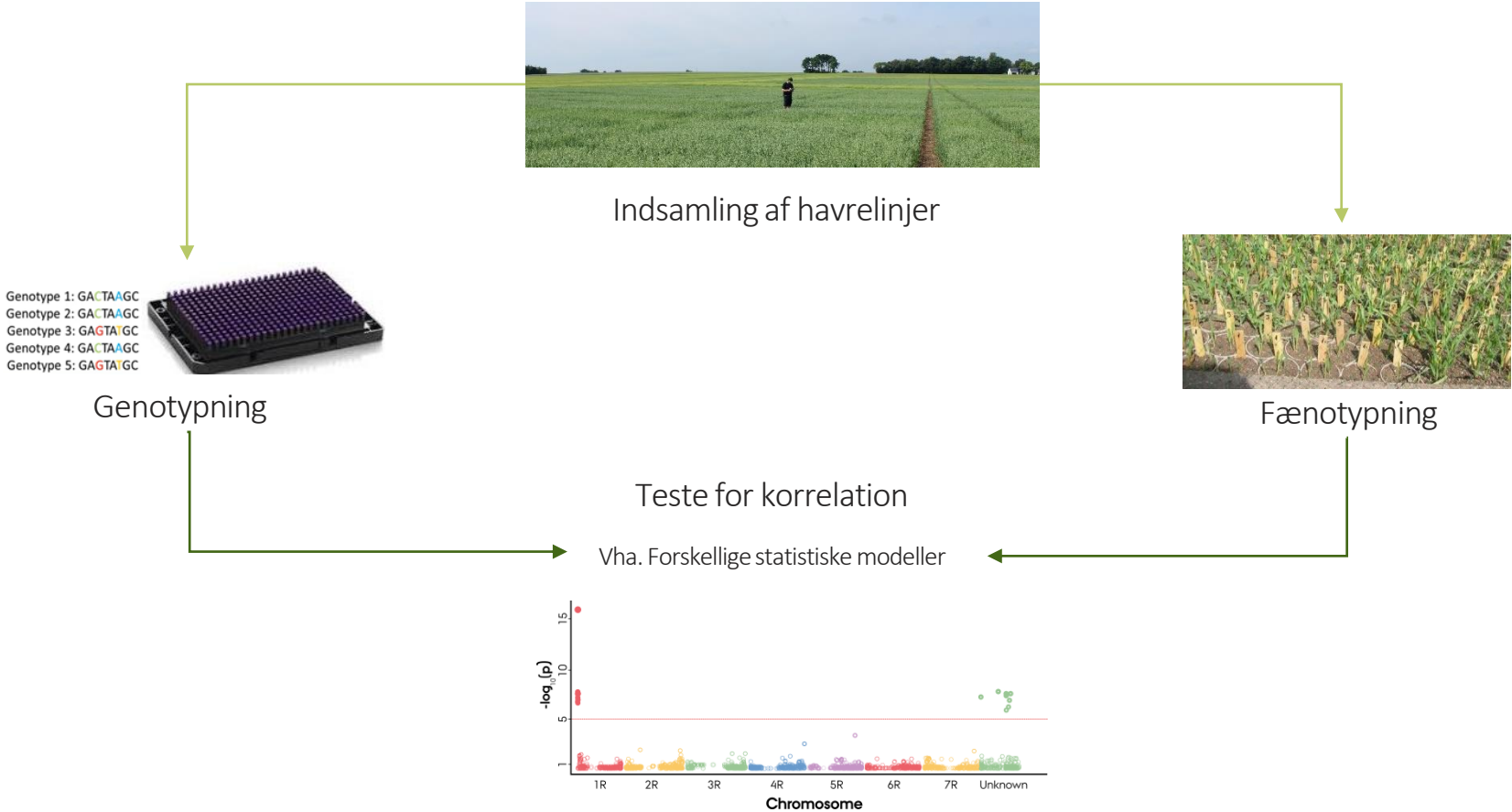
UNDERSØGELSER FOR NEMATODERESISTENS **TystofteFonden**



Fotos: Susanne Sindberg, *Protokol for screening af nematode resistens*, Tystofte



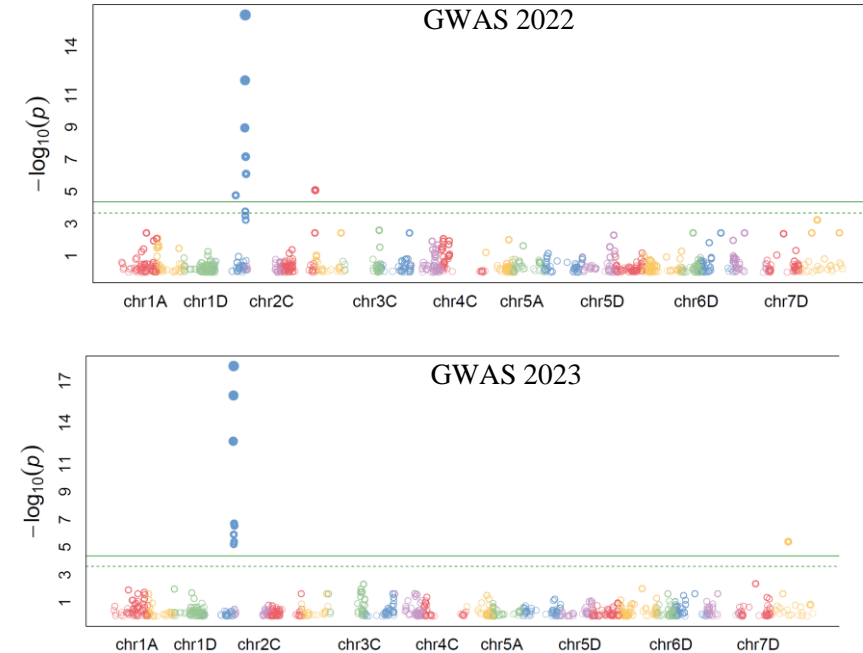
MARKØRER FINDES MED GWAS (GENOME-WIDE ASSOCIATION STUDY)



GWAS PÅ HAVRE

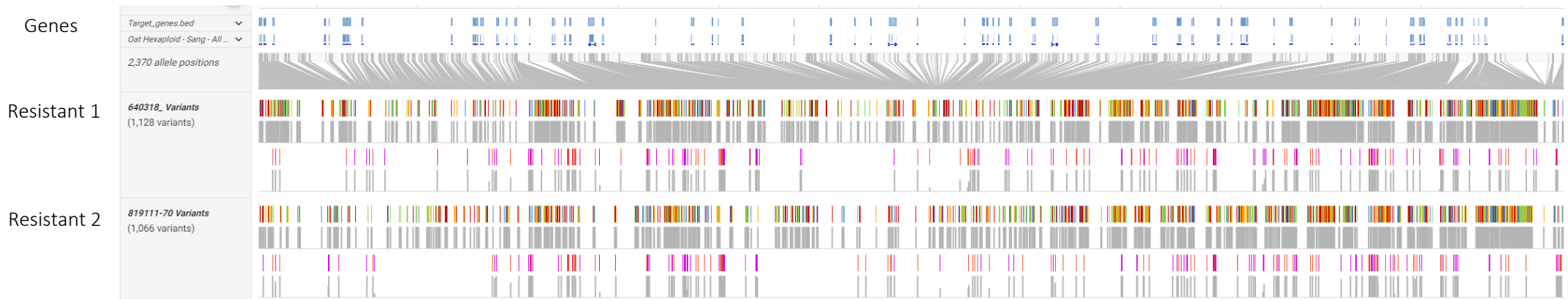


- Vi har fundet ~1150 segregerende DNA-markører
- Alle GWAS metoder viser lignende resultater: Den mest signifikante markør er den samme markør
- Arvelighed: 0,60-0,61
- Konklusion: Den mest signifikante markør kan bruges til *markør assisteret selektion*



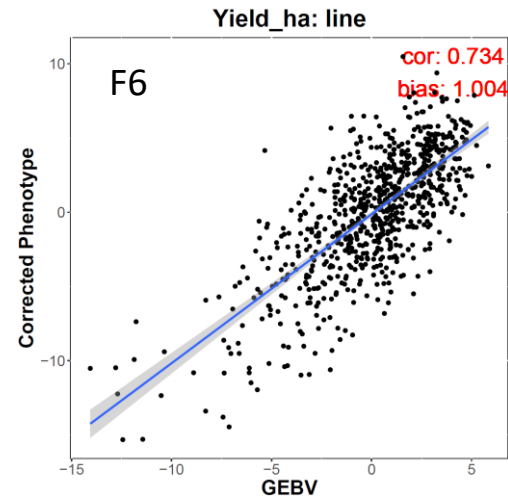
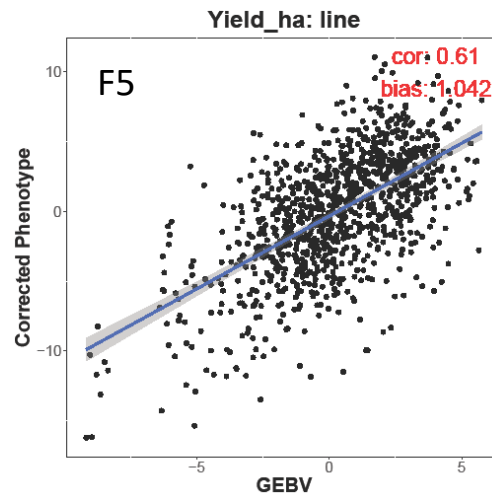
FORBEDRING AF MARKØR OG IDENTIFIKATION AF RESISTENS-GEN

- Targeted region sequencing
 - 98 gener i området
 - Sekventering viser flere variationer i generne



GENOMISK SELEKTION

- 🌿 Egenskaber
 - Udbytte
 - Agronomi (6)
 - Kvalitet (6)
- 🌿 Konklusion
 - De fleste af egenskaberne er meget arvelige. Vi har derfor god mulighed for at forbedre dem ved forædling.
 - Vores genomiske prædiktionsmodeller viser stor præcision.
 - Genomisk selektion opstartes i havre i F5.



NY SORTER PÅ VEJ

- I alt 5 kandidater har været testet i værdisafprøvning i Danmark
- Ny sort *NOS Conrad*

År	Udbytte (fht) LF	Udbytte (fht) VP	Udbytte (fht) Øko. LF
2024	101		95
2023	101	103	
2022		98	
Gennemsnit alle:		100	

- Udbredelse til flere lande: Finland, Tyskland, Baltikum, Sverige

Havre		Landsforsøg				2024			
Viser 15 af 15 rækker	Udbytteforsøg				Dyrkningsegenskaber (Beskrivende sortliste)		Kor (kar)		
	Kerneudb. (fht) ↓	Kerneudbytte (hkg/ha) ↑	Merudb. for svampebek (hkg/ha) ↑	Kerneudb. uden svampebek (hkg/ha) ↑	Havre-nematoder (race I) ↑	Havre-nematoder (race II) ↑			
LSD	ns	ns	ns	7,00	-	-			
<input type="checkbox"/> Caledon	106 (5)	80,5 (5)	6,6 (3)	69,2 (3)					
<input type="checkbox"/> RGT Skara	102 (5)	77,9 (5)	4,6 (3)	66,5 (3)	Modtagelig	Modtagelig			
<input type="checkbox"/> Scotty	101 (5)	77,2 (5)	5,2 (3)	63,3 (3)					
<input type="checkbox"/> Jacky	101 (5)	77,2 (5)	2,7 (3)	66,5 (3)					
<input type="checkbox"/> NOS Conrad	101 (5)	77,1 (5)	2,2 (3)	65,1 (3)	Resistent	Resistent			
<input type="checkbox"/> Fritz	101 (5)	76,9 (5)	10,3 (3)	61,0 (3)					
<input type="checkbox"/> Blanding	100 (5)	76,3 (5)	7,0 (3)	62,5 (3)					
<input type="checkbox"/> Caddy	100 (5)	75,9 (5)	5,9 (3)	59,6 (3)					
<input type="checkbox"/> Magellan	100 (5)	75,9 (5)	9,0 (3)	59,4 (3)	Modtagelig	Modtagelig			
<input type="checkbox"/> Symphony	99 (5)	75,8 (5)	4,1 (3)	65,1 (3)	Modtagelig	Modtagelig			
<input type="checkbox"/> Nemesis	98 (5)	74,5 (5)	6,9 (3)	59,7 (3)	Resistent	Resistent			
<input type="checkbox"/> Dominik	96 (5)	73,0 (5)	8,4 (3)	55,0 (3)	Resistent	Resistent			
<input type="checkbox"/> Elison	96 (5)	72,9 (5)	4,4 (3)	61,7 (3)					
<input type="checkbox"/> KWS Titant	95 (5)	72,5 (5)	9,4 (3)	59,4 (3)					
<input type="checkbox"/> Lion	94 (5)	71,9 (5)	6,4 (3)	59,4 (3)	Modtagelig	Modtagelig			



KONKLUSIONER FRA OATGANIC

- Vi har etableret et nyt havreforædlingsprogram i Danmark og implementerer genomisk selektion for 13 egenskaber.
 - Herunder fokus på egenskaber af særlig interesse til økologi
- Vi har identificeret flere DNA-markører, der er koblet til agronomiske egenskaber ved hjælp af GWAS, herunder DNA-markører for nematoderesistens.
 - Arbejdet med at forbedre markøren og finde resistensgenet fortsætter
- Ny sort på vej i markedet
 - NOS Conrad





TAK FOR OPMÆRKSOMHEDEN





POATential Havre
Lisbeth Ankersen, InnovaConsult
Plantekongres Januar 2025

Hvad er duft og smag egentlig?



- Kan havre virkelig smage af fløde?
- Fordi smag består af en masse forskellige smagsstoffer ligesom musik består af en masse instrumenter og toner
- Ligesom noder er en "nøgle" til musikkens sprog – kan kemi være en nøgle til at forstå hvordan smag er sammensat
- Ca. **242** smags- og duftstoffer = smagen af **havre**
- Ca. **70** smags- og duftstoffer = smagen af **fløde**
- Ca. **39** smags- og duftstoffer til **fælles**

Smagen af Havre

17

- 242 smags- og duftstoffer; teoretisk omkring 194 deskriptorer
- 30 smags- og duft-deskriptorer fundet ved sensorisk test
- 15 konsistens og mundfølelse deskriptorer fundet ved sensorisk test



Oversigt, Havreprøver

18

Nr.	Navn	Nr.	Navn	Nr.	Navn
1	Fatima	8	Lion	15	Østrigsk Bitterhavre (N)
2	Nemesis	9	Talkito (N)	16	Symphony
3	Elison	10	Oliehavre	17	Caddy
4	NOS 81920-15	11	NOS 81962-12	18	Sonja
5	Dådyrhavre	12	WBP Oscar	19	RGT Skara
6	Talkunar (N)	13	Dominik	20	Active
7	Kaspero	14	Scotty	21	Merlin





Prøve 3, Elison, Rå, afskallet

Duft

Mild, kornloft

Smag

Mel, havregryn, sød, fløde, fed, nød, ren, lidt hø

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast med ru og tør overflade, bliver melet, herefter blød og lidt slimet med små faste, ru residualstykker

Visuelt

Rene, lyse, homogent farvede, lidt buttede med spidse ender, lidt varierende størrelse



Prøve 2, Nemesis, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse kornloft

Smag

Anelse harsk, anelse bitter,
korn, havre, nød, sød, brød,
lidt vådt hør, lidt fløde, anelse
besk, lidt oxideret

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver melet med
små faste residualstykker,
anelse kradsen-i-halsen

Visuelt

Anelse "uldne" med let grålige
områder, ellers beige/lyse,
store kerner med ret ensartet
størrelse



30 smags- og duft-deskriptorer fundet ved sensorisk test

22

Besk	Hø	Mel
Bitter	Intens	Mild
Brød	Jordslået	Nød
Fed	Klid	Offnote
Fløde	Korn	Oxideret
Fuglegræs	Kornloft	Ren (ingen offnoter)
Grøn	Kornstøv	Skarp
Harsk	Kældernote	Syrlig
Havre	Majstråde	Sød
Havregryn	Manna fra Elmetræer	Vådt hø

15 konsistens og mundfølelse deskriptorer fundet ved sensorisk test

23

Blød

Kradsen-i-halsen

Elastisk

Melet

Fast

Melet overflade

Faste residualstykker

Ru overflade

Glat (overflade)

Sandet

Glutenagtig

Slimet (som havregrød)

Hård

Tør (overflade)

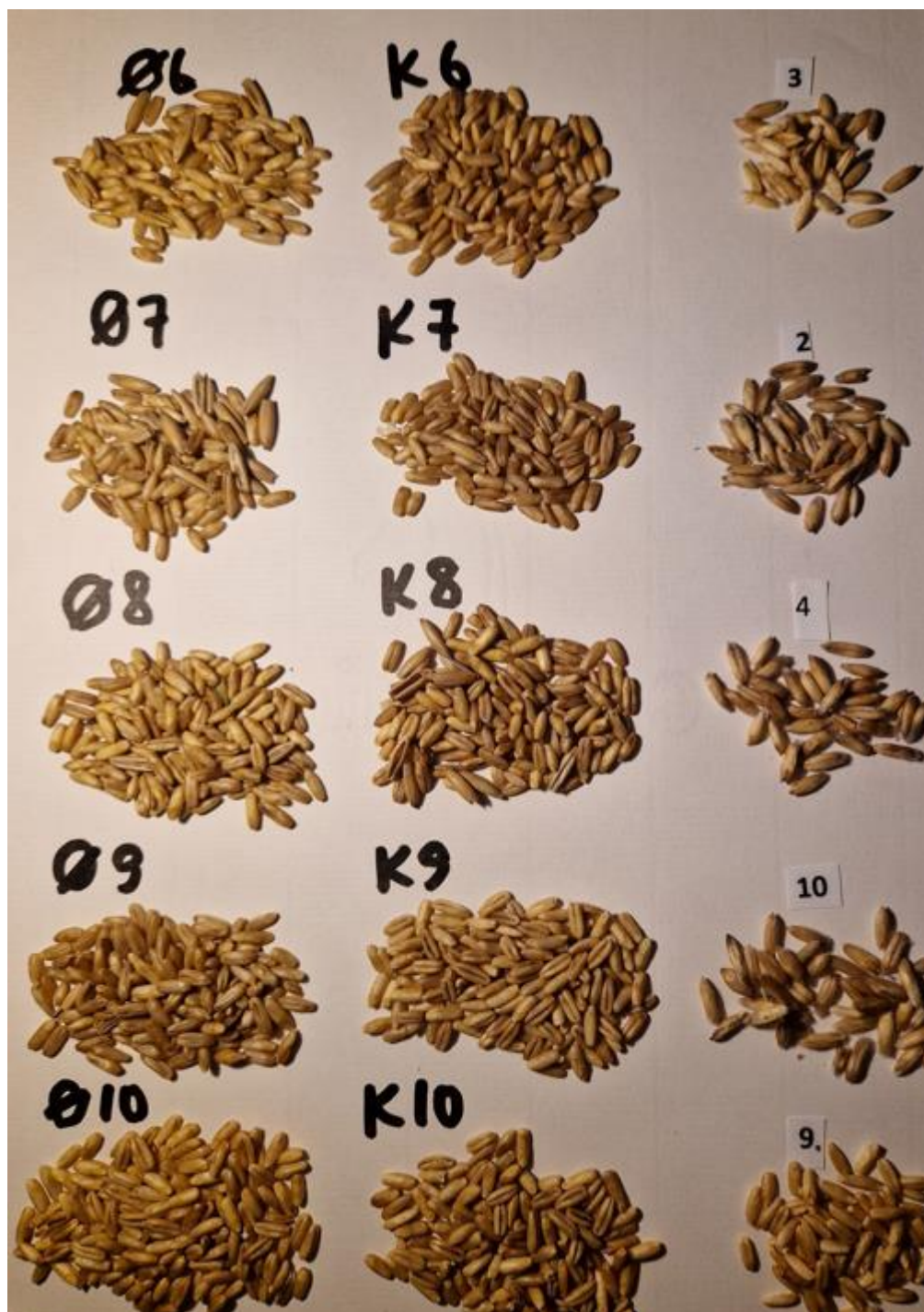
Klistret

Oversigt, Havreprøver

24







Nr.	Navn	Nr.	Navn
Ø1	Scotty	K1	Scotty
Ø2	Fatima	K2	Fatima
Ø3	Sonja	K3	Sonja
Ø4	Active	K4	Active
Ø5	Merlin	K5	Merlin
Ø6	Elison	K6	Elison
Ø7	Nemesis	K7	Nemesis
Ø8	NOS 81920-15	K8	NOS 81920-15
Ø9	Oliehavre	K9	Oliehavre
Ø10	Talkito (N)	K10	Talkito (N)















K9, Oliehavre,
Dyrket og fra Frøbank



Prøve	Duft	Smag	Konsistenst+ Mundfølelse	Visuel
Ø1	Mild korn	Sød, fed, havre, fløde, mild, korn, nød, mel, ren 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Som fra Frøbank*
K1	Mild, lidt havre	Havre, fløde, korn, mel, brød, nød, anelse bitter eftersmag 	Som fra Frøbank, men kun svag kradsen i halsen	Som fra Frøbank*
Ø2	Meget mild	Havre, korn, mel, nød, brød, anelse bitter eftersmag 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Som fra Frøbank*
K2	Meget mild	Mel, havre, lidt hø, fed, anelse bitter eftersmag 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Som fra Frøbank*
Ø3	Mild, lidt korn	Mel, korn, havre, lidt sød, nød, fed, fløde, anelse bitter eftersmag 	Lidt skaller, ellers som fra Frøbank	Som fra Frøbank*
K3	Mild, korn	Mel, korn, havre, sød, fed, nød, brød, fløde 	Som fra Frøbank	Som fra Frøbank*

Prøve	Duft	Smag	Konsistenst+ Mundfølelse	Visuel
Ø7	Mild, lidt kornloft	Havre, sød, korn, brød, nød, fed, fløde 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Lidt færre afskallede og uden grålige områder, ellers som fra Frøbank*
K7	Mild, anelse kældernote, kornstøv	Havre, nød, korn, brød, fed, fløde, anelse bitter 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Lidt færre afskallede og uden grålige områder, ellers som fra Frøbank*
Ø8	Mild	Fed, fløde, havre, nød, brød, korn, kornloft 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Uden grålige områder, ellers som fra Frøbank*
K8	Mild, kornstøv	Havre, sød, fed, fløde, korn 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Lidt færre afskallede og uden grålige områder, ellers som fra Frøbank*
Ø9	Mild, anelse korn	Havregryn, korn, lidt sød, mel, brød, nød, fed, ren 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Uden grålige områder, ellers som fra Frøbank*
K9	Mild, kornstøv	Havre, korn, kornstøv, brød, fed, nød 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Uden grålige områder, ellers som fra Frøbank*

Prøve	Duft	Smag	Konsistenst+ Mundfølelse	Visuel
Ø10	Mild, anelse korn	Havregryn, korn, mel, brød, nød, sød, fed, fløde, kornloft 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Som fra Frøbank*
K10	Mild, korn	Havregryn, korn, brød, nød, sød, fed, anelse bitter 	Som fra Frøbank, uden kradsen i halsen	Som fra Frøbank*

Øko/Konventionel	Antal 	Antal 
Øko	8	2
Konventionel	6	4

*ingen nævneværdige tendenser mht farve, form eller overflade set med det blotte øje – i sterolup ses det dog, at Frøbankprøverne er mere hårde, da de er blevet afskallet manuelt, d.v.s. mere skånsomt end de dyrkede prøver

Highlights

29

- Dyrkede vs Frøbank prøver: Der ses ingen kerner med grålige ender eller områder i de dyrkede prøver
- Dyrkede vs Frøbank prøver: Der er markant færre tilfælde af jordslåede noter i duft og smag af de dyrkede prøver – noter som harsk, oxideret og jordslået findes ikke i de dyrkede prøver
- Øko vs Konventionelt dyrkede prøver: Små forskelle, bitre smagsnoter nævnes oftere i konventionelle prøver, flere i Økologisk dyrkede prøver end i Konventionelt dyrkede prøver





InnovaConsult

Agro Food Park 13
8200 Århus N
Tel. +45 25533339

www.innovaconsult.dk
lisbeth@innovaconsult.dk

